



UNIVERSITAS PERTAHANAN RI

JUDUL SKRIPSI

**KOMPUTASI STRUKTUR KOMPOSIT PLAT BODY ARMOR
DARI SERAT ABACA (*MUSA TEXTILIS*) DENGAN
PENAMBAHAN SILIKON KARBIDA (SiC) UNTUK
MENINGKATKAN MOBILITAS TUGAS OPERASI TNI**

ROBERT VALENTINO SIMBOLON 320200403022

**Skrripsi yang Ditulis untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan dalam
Mendapatkan Gelar Sarjana**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI PERTAHANAN
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
BOGOR 2024**

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

Nama : Robert Valentino Simbolon
NIM : 320200403022
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Sains dan Teknologi Pertahanan
Judul Proposal Skripsi : Komputasi Struktur Komposit Plat *Body Armor* Dari Serat Abaka (*Musa Textilis*) Dengan Penambahan Silikon Karbida (*SiC*) Untuk Meningkatkan Mobilitas Tugas Operasi TNI

Dosen Pembimbing I,



Nick Holson Mangiring Silalahi H, S.T., M.T.
Penda Tk. I III/b NIP. 198703212022031002
Tanggal: 25 Juli 2024

Dosen Pembimbing II,



Eka Irianto Bhiptime, S.T., M.T
NIDN. 4713026201
Tanggal: 25 Juli 2024

Mengetahui,

Kepala Program Studi
Teknik Mesin



Nanang Hery S., S.T., M.Han.
Kolonel Tek. NRP. 518785
Tanggal: 26-07-2024

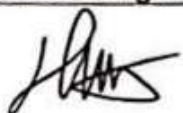
Dekan
Fakultas Sains dan Teknologi Pertahanan



Prof. Dr. Ir. Muhammad Asvial, M.Eng.
Pembina Utama Muda IV/c
Tanggal: 26-07-2024

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Nama : Robert Valentino Simbolon
NIM : 320200403022
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Sains dan Teknologi Pertahanan
Judul Proposal Skripsi : Komputasi Struktur Komposit Plat *Body Armor* Dari Serat Abaka (*Musa Textilis*) Dengan Penambahan Silikon Karbida (SiC) Untuk Meningkatkan Mobilitas Tugas Operasi TNI

No	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
1	Dosen Pembimbing I: Nick Holson Mangiring Silalahi H, S.T.,M.T. NIP. 199307102022031002		25/07/24
2	Dosen Pembimbing II: Eka Irianto Bhiftime, S.T., M.T. NIDN. 4713026201		25/07/24
3	Dosen Penguji I: Dr. Eng. Rando Tungga Dewa, S.T., M.Eng. NIP. 199009042022031002		25/07/24
4	Dosen Penguji II: Ariyo Nurachman Satiya Permata, S.T., M.Eng. NIP. 199003092022031001		25/07/24
5	Dosen Penguji III: Aditya Kumara, S.T.,M.Sc. Laksamana Pertama NRP. 10822/P		25/07/24

PERNYATAAN ORISIONALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya atau bagian karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan jenjang apapun di suatu Perguruan Tinggi; dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat istilah, frasa, kalimat, paragraf, subbab atau bab dari karya yang pernah ditulis atau diterbitkan; kecuali yang secara tertulis diajukan dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Referensi.

Apabila di kemudian hari terbukti bahwa terdapat plagiat dalam skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan/undang-undang yang berlaku.

Bogor, 25 Juli 2024



Robert V. Simbolon

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Pertahanan Republik Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Robert Valentino Simbolon
NIM : 320200403022
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Sains dan Teknologi Pertahanan
Jenis Karya : Skripsi

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pertahanan Republik Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Komputasi Struktur Komposit Plat Body Armor Dari Serat Abaka (*Musa Textilis*) Dengan Penambahan Silikon Karbida (*SiC*) Untuk Meningkatkan Mobilitas Tugas TNI

berserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Pertahanan Republik Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya

Dibuat di : Bogor
Pada tanggal : 25 Juli 2024



Robert Valentino Simbolon
NIM. 320200403022

KATA PENGANTAR

Puji syukur peneliti panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulisan skripsi dengan judul: “Komputasi Struktur Komposit Plat *Body Armor* Dari Serat Abaka (*Musa Textilis*) Dengan Penambahan Silikon Karbida (*SiC*) Untuk Meningkatkan Mobilitas Tugas Operasi TNI” dapat diselesaikan.

Penyusunan skripsi ini ditujukan sebagai salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Mesin Militer Fakultas Sains dan Teknologi Pertahanan Universitas Pertahanan RI.

Penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan berkat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun pihak tidak langsung. Untuk itu, pada kesempatan ini Kadet Mahasiswa mengucapkan terima kasih kepada :

1. Segala puji syukur kepada Tuhan Yesus Kristus karena atas kekuatan-Nya sehingga senantiasa diberikan petunjuk selama perjalanan penulisan skripsi ini.
2. Segenap keluarga Simbolon Family yang telah memberikan semangat, doa, dan dukungan finansial untuk kelancaran penyusunan skripsi.
3. Nick Holson Mangiring Silalahi H, S.T., M.T. selaku pembimbing I dan Eka Irianto Bhiftine S.T., M.T. selaku pembimbing II yang telah memberikan waktu dan tenaga dalam mengarahkan serta memberikan semangat kepada penulis hingga akhirnya skripsi ini selesai disusun.
4. Dr. Eng. Rando Tungga Dewa S.T., M. Eng., Ariyo Nurachman Satiya Permata, S.T., M. Eng., dan Laksamana Pertama Aditya Kumara, S.T., M. Sc. selaku dosen penguji atas saran dan masukan untuk penulis.
5. Kolonel Tek Nanang Hery Soebakgijo, S.T., M. Han. selaku Kepala Prodi Teknik Mesin.
6. Arif Gunawan Jodi dan Kevin Arya selaku teman terdekat penulis selama melaksanakan studi.
7. Seluruh dosen dan staf Program Studi Teknik Mesin yang telah banyak membantu penulis selama proses belajar dan penulisan skripsi ini.

8. Teman-teman Teknik Mesin Co.1 yang terus memberikan semangat serta dukungan kepada penulis.
9. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa membalas kebaikan-kebaikan berbagai pihak atas bantuannya.

Saya menyadari bahwa skripsi ini masih kurang sempurna, oleh karena itu dengan kerendahan hati mengharapkan kritik dan saran yang konstruktif demi kesempurnaan skripsi ini.

Akhirnya, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat terhadap pengembangan ilmu pertahanan dan bermanfaat bagi stakeholder terkait dalam upaya logistik dalam operasi militer perang.

Bogor, 25 Juli 2024



Robert Valentino Simbolon

ABSTRAK

Komputasi Struktur Komposit Plat *Body Armor* Dari Serat Abaka (*Musa Textilis*) Dengan Penambahan Silikon Karbida (SiC) Untuk Meningkatkan Mobilitas Tugas TNI

Body Armor adalah alat pelindung yang digunakan oleh aparat militer untuk melindungi diri dari penetrasi peluru. Fungsinya adalah untuk meredam atau menghentikan peluru dengan cara menyebarkan energi kinetik di sepanjang permukaan pelat *body armor*. Hal ini bertujuan untuk mengurangi energi balistik yang diteruskan ke pengguna. *Body armor* konvensional masih tergolong berat, yang dapat mengurangi mobilitas pengguna. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian mengenai material alternatif pengganti rompi anti peluru konvensional yang memiliki kinerja serupa dalam menahan energi impact peluru. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi potensi penggunaan material komposit serat abaka dan keramik silikon karbida sebagai bahan *body armor* yang sesuai dengan standar NIJ 0101.06 level III. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode elemen hingga (MEH). Jenis keramik yang digunakan adalah silikon karbida, sedangkan komposit yang digunakan adalah komposit dengan penguat serat alami, yaitu serat abaka. Hasil penelitian untuk mendapatkan *body armor* dengan konfigurasi yang tepat dapat menahan penetrasi peluru senjata api laras panjang dan memiliki bobot yang lebih ringan. Proses pengujian dilakukan dengan menggunakan metode elemen hingga sesuai dengan standar NIJ 0101.06, dengan peluru 7.62 mm FMJ pada kecepatan 847 m/s. Hasilnya, ditemukan satu jenis plat yang mampu menyerap energi kinetik peluru hingga tersisa 0 J dengan total energi internal sebesar 4400 J. Plat ini memiliki ketebalan 42 mm, terdiri dari satu lapisan serat abaka di depan dan delapan lapisan silikon karbida di belakang, serta dinyatakan lebih aman terhadap impact balistik peluru.

Kata kunci : Serat Abaka, Silikon Karbida, *Body Armor Level III* (NIJ 0101.06), Metode Elemen Hingga



ABSTRACT

Computation Of Composite Structure Of Armor Body Plate From Abaka Fiber (*Musa Textilis*) With The Addition Of Silicon Carbide (SiC) To Improve The Mobility Of TNI Operational Duties

Body armor is a protective device used by military personnel to shield themselves from bullet penetration. Its function is to absorb or stop bullets by dispersing kinetic energy across the surface of the armor plate. This aims to reduce the ballistic energy transferred to the wearer. Conventional body armor is still relatively heavy, which can reduce the user's mobility. Therefore, research is needed to explore alternative materials that can replace conventional bulletproof vests while providing similar performance in absorbing bullet impact energy. This study aims to evaluate the potential of using composite materials made from abaka fiber and silicon carbide ceramics as body armor that meets NIJ 0101.06 level III standards. The method used in this research is the Finite Element Method (FEM). The ceramic used is silicon carbide, while the composite incorporates natural fiber reinforcement, specifically abaka fiber. The research aims to develop body armor with a configuration that can withstand the penetration of long-barreled firearms and is lighter in weight. Testing was conducted using the Finite Element Method in accordance with NIJ 0101.06 standards, with a 7.62 mm FMJ bullet traveling at a velocity of 847 m/s. The results revealed that one type of plate was able to absorb the kinetic energy of the bullet, leaving 0 J of residual energy, with a total internal energy of 4400 J. This plate, with a thickness of 42 mm and consisting of one layer of abaka fiber in the front and eight layers of silicon carbide in the back, is considered safer against ballistic impacts from bullets.

Keywords : Abaka Fiber, Silicon Carbide, Body Armor Level III (NIJ 0101.06), Finite Element Method



DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Batasan Masalah.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Landasan Teori	6
2.1.1 <i>Body Armor</i>	6
2.1.2 <i>Ballistic Resistance Body Armor Standard</i>	7
2.1.3 <i>LS-DYNA</i>	8
2.1.4 Impak Balistik	9
2.1.5 Mekanisme Penetrasi Pada Keramik.....	10
2.1.6 Mekanisme Penetrasi pada Komposit	11

2.1.7 Energi Impak Balistik	11
2.1.8 Material	12
2.1.9 Konsistensi Unit pada LS-Dyna	17
2.2 Penelitian Terdahulu	17
2.3 Kerangka Berfikir	23
2.4 Hipotesis.....	24
BAB III METODELOGI PENELITIAN.....	25
3.1 Metode dan Desain Penelitian.....	25
3.2 Tempat dan waktu penelitian	25
3.3 Alat dan Bahan	26
3.4 Variabel Penelitian.....	27
3.5 Prosedur Penelitian	28
3.6 Metode Analisis	37
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	38
4.1 Simulasi Uji.....	38
4.2 Hasil dan Analisa.....	39
4.3 Pembahasan	45
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	47
5.1 Kesimpulan.....	47
5.2 Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1: Rompi anti peluru	6
Gambar 2. 2: Mekanisme penetrasi pada keramik	10
Gambar 2. 3: Diagram alir kerangka berfikir	23
Gambar 3. 1: Diagram alir prosedur penelitian.....	28
Gambar 3. 2: Geometri peluru	29
Gambar 3. 3: Pemodelan peluru.....	30
Gambar 3. 4: Meshing peluru	30
Gambar 3. 5: Geometri plat body armor.....	31
Gambar 3. 6: Meshing plat body armor.....	31
Gambar 3. 7: Input ketebalan plat body armor.....	32
Gambar 3. 8: Memasukkan data material	32
Gambar 3. 9: Memasukan data kecepatan peluru	35
Gambar 3. 10: Strategi konfigurasi struktur body armor.....	36
Gambar 3. 11: Hasil simulasi	36
Gambar 4. 1: Hasil akhir simulasi sesudah impact.....	39
Gambar 4. 2: Massa peluru hasil simulasi	40
Gambar 4. 3: Kurva energi kinetik peluru hasil simulasi.....	41
Gambar 4. 4: Kurva energi kinetik peluru yang terserap menjadi energi internal plat hasil simulasi.....	43
Gambar 4. 5: Perubahan kecepatan peluru hasil simulasi pada plat 24 mm (2Abaca+1SiC)	44

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1: Klasifikasi tingkatan peluru.....	7
Tabel 2. 2: Data serat abaka tanpa perlakuan NaOH	13
Tabel 2. 3: Data serat abaka dengan NaOH 3%	14
Tabel 2. 4: Data serat abaka dengan NaOH 5%	14
Tabel 2. 5: Data serat dengan NaOH 7%	15
Tabel 2. 6: Data perbandingan hasil.....	15
Tabel 2. 7: Data sheet material silikon karbida.....	16
Tabel 2. 8: Konsistensi unit pada LS-DYNA.....	17
Tabel 2. 9: Tabel penelitian terdahulu.....	18
Tabel 3. 1: Jadwal penelitian.....	26
Tabel 3. 2: Karakteristik peluru.....	33
Tabel 3. 3: Karakteristik serat abaka 5% NaOH	33
Tabel 3. 4: Karakteristik silikon karbida.....	34
Tabel 4. 1: Simulasi Uji Balistik	38
Tabel 4. 2: Energi kinetik peluru menjadi energi internal plat.....	42
Tabel 4. 3: Galat eror perbandingan antara energi internal secara simulasi dengan energi internal secara analitik.....	43
Tabel 4. 4: Pembahasan hasil uji balistik.....	45